

# 吹雪の視界情報提供による行動判断支援(第2報)

原田 裕介<sup>1</sup>・國分 徹哉<sup>2</sup>・武知 洋太<sup>3</sup>・松澤 勝<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 (国研)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)

E-mail: harada-y@ceri.go.jp

<sup>2</sup>非会員 (国研)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)

E-mail: kokubu-t22aa@ceri.go.jp

<sup>3</sup>正会員 (国研)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)

E-mail: hiro-takechi@ceri.go.jp

<sup>4</sup>正会員 (国研)土木研究所 寒地土木研究所雪氷チーム (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目)

E-mail: masaru@ceri.go.jp

積雪寒冷地の冬期道路では、吹雪による視程障害や吹きだまりによる交通障害がしばしば発生し、社会的に影響を与えている。当研究所では、気象データから視程を推定する手法を開発し、平成25年2月よりインターネットサイト“吹雪の視界情報”で、吹雪視界の現況および予測情報を提供している。平成26年度冬期は、平成25年度に引き続きパソコンおよびスマートフォンでの吹雪予測情報の提供と、予測情報のメール配信を行った。そして、吹雪情報提供がドライバーの交通行動に与える影響を把握するために“吹雪の視界情報”の利用者にアンケートを実施した結果、約80%の方がこのサイトを利用して交通行動を変更する実態が明らかになった。

**Key Words :** snowstorm, visibility forecast, traveler information system, driver's behavior

## 1. はじめに

積雪寒冷地の冬期道路では、吹雪による視程障害や吹きだまりによる交通障害がしばしば発生し、社会的に影響を与えている。特に北海道では、近年急激に発達した低気圧の影響により、極端な暴風雪による吹雪災害が発生するようになってきた。平成25年3月に北海道を襲った暴風雪では、多数の道路が長期間に渡り通行止めになり、さらに9名の方が亡くなる等、大きな被害が発生した。原田ら<sup>1)</sup>は、冬期の吹雪視界の状況、走行距離、走りやすさが道路利用者のルート選定に与えている影響についてコンジョイント分析を実施し、吹雪視界の状況が利用者の運転経験に差異によらずルート選定の最重要要素として寄与していることを示している。以上から、暴風雪の被害を減らすためには、ドライバーが吹雪に巻き込まれないように、吹雪の現況及び予測情報を提供し、吹雪時におけるドライバーの行動判断を支援することが必要と考えられる。

道路気象情報を提供している事例として、国内では北海道開発局の「北海道地区道路情報」<sup>2)</sup>や、国土交通省道路局の「交通規制・道路気象」<sup>3)</sup>がある。また、海外において、例えば米国のいくつかの州でも、道路気象情報や道路上のCCTVカメラ、通行止めなどの情報を提供

している事例<sup>4)</sup>がある。しかしながら、吹雪による視程の予測情報をドライバーに提供している事例は存在しない。

著者らは、平成25年2月よりインターネットサイト“吹雪の視界情報”において、北海道内の視界の予測情報の提供を開始した。さらに、平成25年12月からは、従来のパソコン向けの情報提供に加えて、スマートフォン向け情報提供サイトの構築と注意喚起メール配信実験を開始した。そして、平成25年度冬期実験終了時にアンケート調査を行った結果、回答者の89%が情報を利用して行動変更を検討した経験があり、56%が実際に行動を変更したことあったが判明した。一方、メールの配信遅れや、吹雪視界情報の精度などの課題が指摘された<sup>5)</sup>。また、サンプルサイズも133名（パソコンやスマートフォンでの吹雪視界情報提供に関するアンケート）、および150名（メール配信サービスのアンケート）であり、クロス集計などの詳細な分析を行うには少なかった。以上を踏まえ、平成26年度冬期はメールの配信遅延の解消、吹雪予測アルゴリズムを改良したうえで、吹雪視界情報の提供実験を行った。提供実験終了時に、再度上記に示す2つのアンケートを実施し、それぞれ400名を超える回答を得た。本論文では、前報<sup>6)</sup>に引き続き、平成26年度冬期の実験およびアンケート結果について報告する。

なお、対象物を視認できる最大距離を意味する気象用語としては「視程」が正しいが、本実験では、道路利用者向け情報提供を行うため、一般に使われている「視界」という用語を用いた。そのため、本論文でも視界を視程と同義とする。また、システムの概要は既報<sup>9)</sup>を参照されたい。

## 2. 調査方法

ここでは、平成26年11月28日から平成27年5月7日まで（以下、平成26年度という）実施したインターネットを利用した吹雪情報提供実験、および実験終了時に実施したアンケートの手法について示す。

### (1) 吹雪の視界情報提供実験

#### a) パソコン版 吹雪の視界情報

パソコン版“吹雪の視界情報”は、吹雪の視界情報、吹雪の投稿情報、気象警報・注意報、道路通行止め情報、お役立ち情報を集約したものである（図-1）。そのうち、吹雪の視界情報では、現況および1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24時間先の予測情報を提供した。現況値の更新は30分ごと、予測値は3時間ごとである。北海道を221に細分化したエリアごとに、① 著しい視程障害（視程100m未満）、② かなり不良（視程100～200m）、③ 不良（視程100～500m）、④ やや不良（視程500～1000m）、⑤ 良好（視程1000m以上）の5ランクに区分し、赤色から青色に分類して表示した。

上記表示に用いた視程値の作成方法を以下に示す。気象庁から、降水強度（降雪強度）、風速、気温の5kmメ

ッシュの現況値と33時間先まで1時間ごとの予測値が3時間ごとに配信される。加えて、降水強度は、1kmメッシュの現況値と6時間先までの1時間ごとの予測値が30分ごとに配信される。これらに、松沢・竹内<sup>9)</sup>が示した気象データ（降雪強度、風速、気温）から吹雪時の視程を推定する手法を適用して、面的な視程情報（現況と予測）を作成した。

#### b) スマートフォン版 吹雪の視界情報

移動中や吹雪遭遇時の閲覧の利便性向上を図るため、スマートフォン版のサイトを構築し、平成25年12月1日より提供を開始している（図-2）。移動中に使われることを配慮し、吹雪の視界情報をメイン画面とし、フリッ

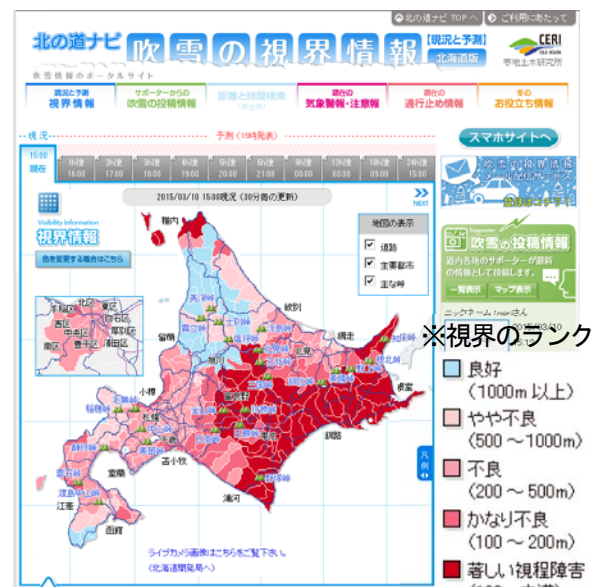


図-1 パソコン版 吹雪の視界情報（北海道版）の提供画面  
<http://northern-road.jp/navi/touge/fubuki.htm>

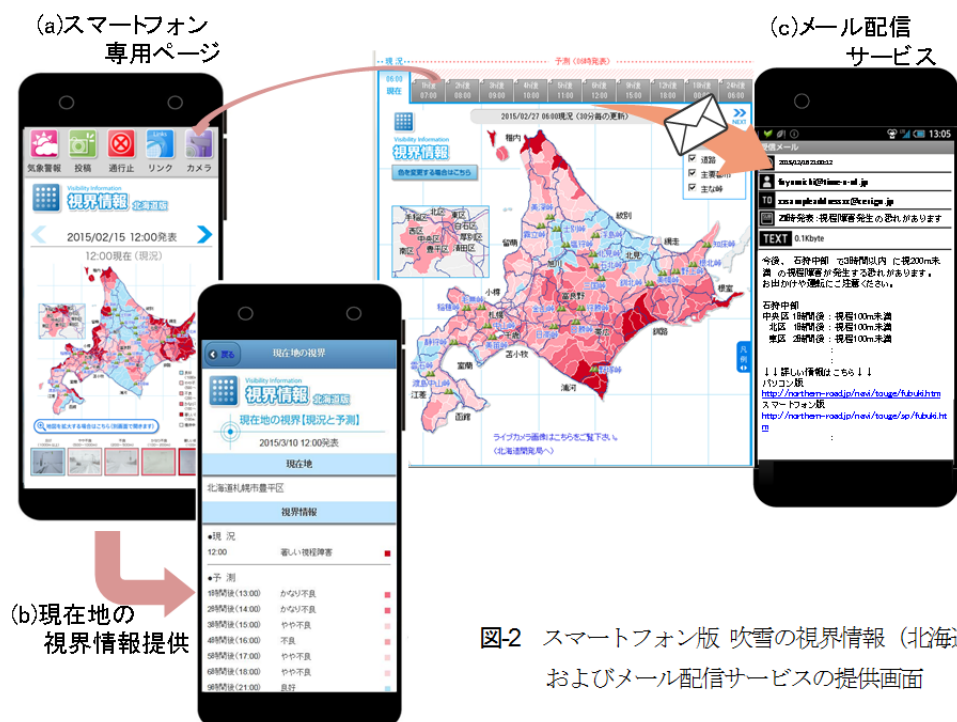


図-2 スマートフォン版 吹雪の視界情報（北海道版）  
およびメール配信サービスの提供画面

ク操作により現況および任意時間の予測情報を閲覧できるようにした。また、パソコン版で提供している気象注警報や通行止め情報などは、画面上方にボタンを配置し、それぞれジャンプできるようにした（図-2 (a)）。加えて、スマートフォンに内蔵されたGPSで取得した位置情報を送信することにより、現在地の視界情報を確認できる機能を実装した（図-2 (b)）。

### c) メール配信サービス

平成25年3月の暴風雪では、昼過ぎまで晴天だったが、天候が急変し夕方には猛吹雪となった。土曜日だったことも相まって、多くの市民が外出して、暴風雪に巻き込まれた。出発時に天候が良ければ、その後の気象状況に注意を払わない可能性があるため、プッシュ型による予測情報の提供が効果的と考えられる。

そこで、視界不良について、事前に注意喚起を促すためのメール配信サービスを、平成25年12月20日より開始した。利用者が事前にメールアドレスと表-1に示す配信条件を登録すると、条件に合致した際に視界不良の予測結果を自動で通知するプッシュ型のサービスである（図-2 (c)）。

### d) 平成25年度からの主な改良点

平成25年度（以下、前年度という）からの主な改良点として、パソコン版とスマートフォン版の吹雪視界情報では、18時間先の予測を追加、提供エリア数を203から221に増加、ならびに吹雪視程推定のアルゴリズムの一部を修正した<sup>7)</sup>。また、メール配信サービスにおいては、前年度に最大100分のメール遅延があったため、配信が概ね20分以内に終了するようにメール配信処理の改良を行った。

## (2) アンケート調査

吹雪情報が道路利用者の行動に与える変化を明らかにするために、平成27年4月21日から5月20日までの間、web上でアンケートを実施した。アンケート項目は、吹雪の視界情報の利用実態、提供された視界情報の感じ方、視界情報取得後の交通行動、改良点に関する評価である。

表-1 メール配信サービスの配信条件

| 項目   | 概要                                                                         | 要 |
|------|----------------------------------------------------------------------------|---|
| エリア  | メール配信の対象エリアを選択可能。<br>(複数選択可)<br>【市町村等をまとめた北海道内46エリア】                       |   |
| 配信時間 | メールが配信される時間を選択可能。<br>【6, 9, 12, 15, 18, 21時の1日6回, 9, 12, 15, 18時の1日4回の2種類】 |   |
| 予測視程 | メールが配信される視程条件を選択可能。<br>【500m未満, 200m未満, 100m未満の3段階】                        |   |
| 予測時間 | 何時間後の予測を配信するのか選択が可能。<br>【3時間先まで, 6時間先までの2種類】                               |   |

有効回答数は483名で、20代～70代以上の幅広い年代から回答を頂いた。また、メール配信に関するアンケートは、サービス利用者を対象に平成27年4月7日から5月20日までweb上で実施し、425名から回答を得た。アンケート項目は、サービスの満足度、および情報取得後の活用状況とした。

## 3. 結果

### (1) “吹雪の視界情報”アクセス数

平成26年11月28日から平成27年3月31日までの、“吹雪の視界情報”アクセス数を図-3に示す。日平均アクセス数は4154件で、前年度の約1.7倍であった。特に、気象庁が「数年に一度の猛吹雪のおそれ」と発表した平成26年12月17日には、3万件を超えるアクセス数があった。このことから、“吹雪の視界情報”を利用して行動判断に活用されていることが考えられる。

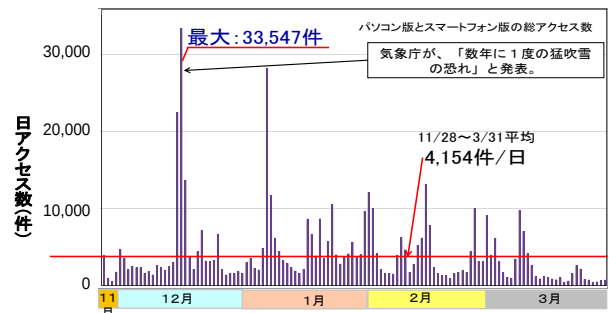


図-3 “吹雪の視界情報”アクセスの推移

### (2) 視界情報提供に関するアンケート

#### a) 回答者の属性と利用目的

図-4は、視界情報提供に関するアンケートの回答者の属性である。前年度に比べ、50歳以上の割合が37%から49%に増加している。また、今冬期（平成26年度冬期）から利用している方が33%を占める。図-5は、“吹雪の視界情報”を利用目的を尋ねた結果である。第一の利用目的では仕事や通勤が多いが、第二の利用目的を含めると外出を伴う所用やドライブ・旅行の割合も高くなっている。

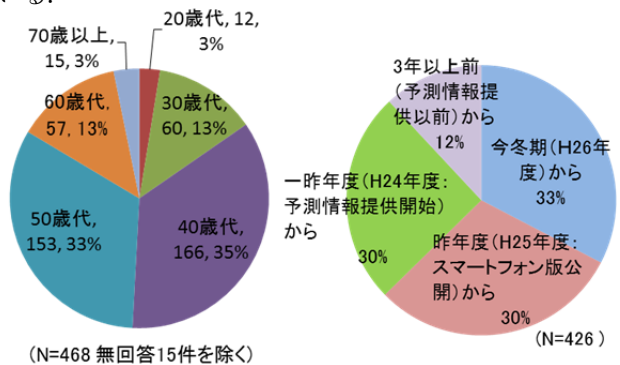


図-4 回答者の年齢構成と利用開始年度



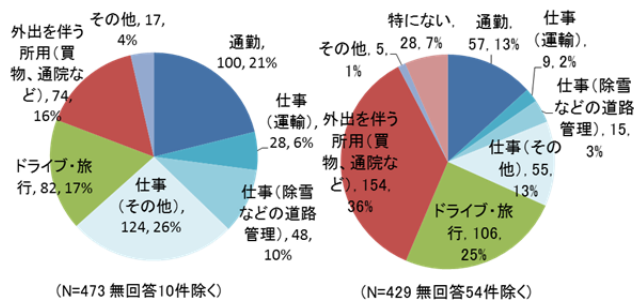


図-5 「吹雪の視界情報」の利用目的  
左：第一の利用目的，右：第二の利用目的

#### b) 「吹雪視界情報」サイトの満足度

図-6は、パソコンサイトとスマートフォンサイトの満足度を尋ねた結果である。共に86%以上が満足（「非常に満足」、「満足」、「やや満足」の総和）と回答した。前年度はともに80%だったので、満足度がやや向上した。

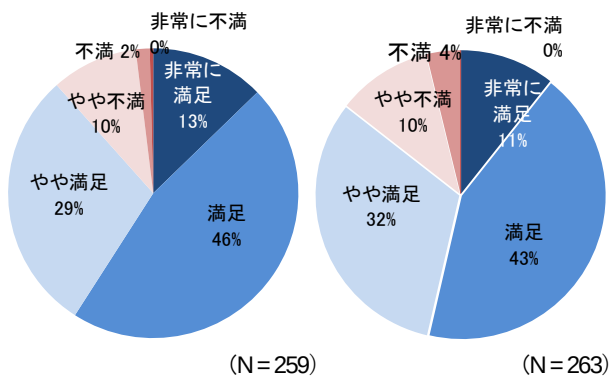


図-6 「吹雪の視界情報」サイトの満足度  
左：パソコンサイト，右：スマートフォンサイト

#### c) 提供された視界情報の感じ方

図-7は、「提供された情報と実際の視界に差を感じたか」の問いに対する回答である。63% (257名)の方が差を感じないと回答している。しかし、24%の方が2ランク以上実際の視程の方が良いと回答しており、13%が提供された視程より実際の視程の方が2ランク以上悪いと回答していることが分かった。これは、前年度の結

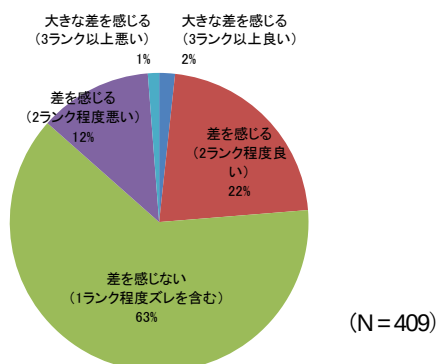


図-7 「提供された視程が実際の視程と比べてどのように違いを感じたか」に対する回答

果と比べ、差を感じないと答えている方の割合は、前年度の65%からあまり変わらなかった。しかし、実際の視界よりも良く（視程が良い）感じる方の割合が17%から22%に増加する結果となった。

#### d) 情報取得後の交通行動

図-8は、「吹雪の視界情報」で視界不良（200m未満）が予測された際に、行動や予定の変更を考慮することが多いか尋ねた結果である。「行動や予定を変更する。または変更をする場合が多い」の回答者が79% (354名)と多かった。また、これらのうち出発時刻を変更した方が60% (211名)、外出や移動を取りやめた方が59% (209名)であった。このことから、吹雪情報を利用して吹雪を回避する行動変化を起こしていることが明らかになった。なお、前年度は、視界不良の条件を入れず、かつ行動変更の経験の有無のみを尋ねており、今回の結果と一概に比較はできないものの、前年度は実際に交通行動を変えた方が56%だったのに比べると、行動を変更する割合が増加した。また、変化した交通行動の内訳でも、「外出や移動の出発を早めた、または遅らせた」が、52%から60%に、「外出や移動を取りやめた」が51%から59%に増加したのに対し、「移動ルートを変更した」が43%から40%とやや減っている。また、「外出時にスコップや防寒着の備えをした」が4%から22%に増加していることも特徴である。

つぎに、図-5に示した第一の利用目的を通勤、仕事、私用その他に大別し、利用目的別に行動や予定の変更の有無を図-9に示す。その結果、仕事や通勤よりも私用などで行動を変化する割合が大きいことが示された。このことは、仕事や通勤は私用と比較して時間に制約がある、

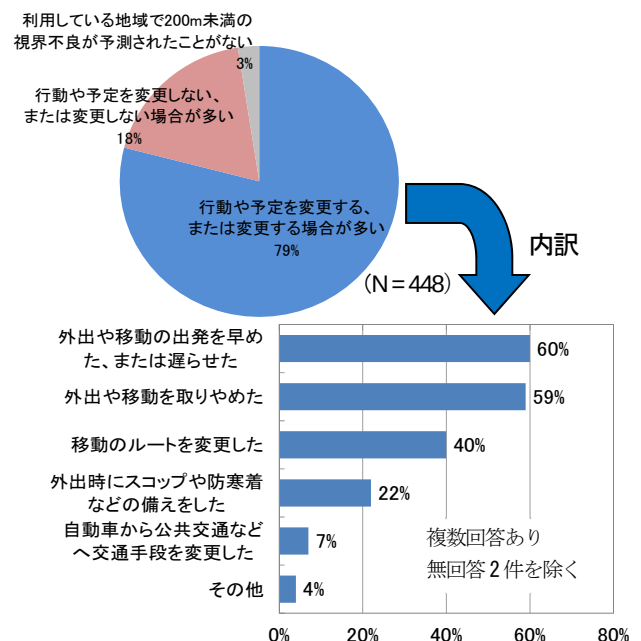


図-8 吹雪情報による交通行動予定の変更の有無と変更した行動内容

または行動の中止が困難である場合が多いことに起因すると思われる。

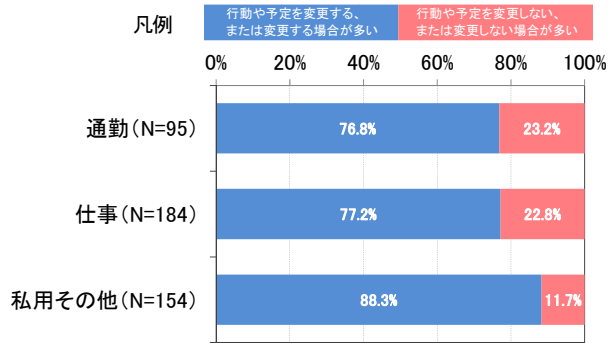


図-9 吹雪情報による交通行動予定の変更有無 (利用目的別)

#### e) 改良点に関する評価

図-10は、平成26年度提供実験前に対応した、改良点に関するアンケート結果である。18時間先の予測時間の追加 (図-10(左))、提供エリアの細分化 (図-10(右))とも、良い評価を得ていることが分かった。

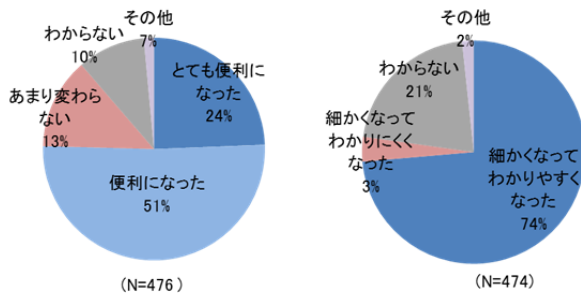


図-10 18時間先の予測情報の追加に関する評価 (左) と、提供エリア区分の増加に関する評価 (右)

### (3) メール配信サービスに関するアンケート

#### a) 回答者の属性

図-11は、メール配信サービスのアンケート回答者の属性である。年齢構成は、吹雪視界情報のアンケート回答者 (図-4) と同様な傾向である。また、50歳以上が前年度の46%から54%に増加している。また、半数近くが、新規の利用者 (平成26年度から利用) であった。

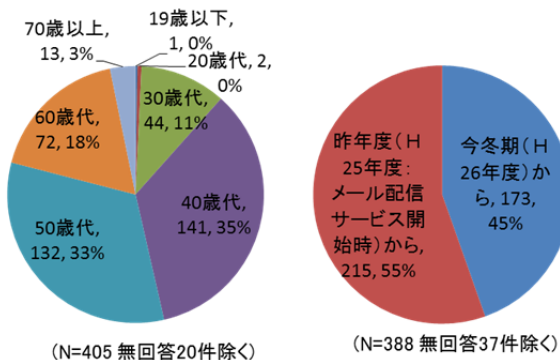


図-11 回答者の年齢構成と利用開始年度

#### b) メール配信サービスの満足度

図-12はサービスの満足度である。満足度については殆ど(90%)の利用者が満足 (“非常に満足”, “満足”, “やや満足” の総和) と回答しており一定の評価を得ることが出来た。これは、前年度とほぼ同じ結果である。図-13は回答者の利用開始年度別の満足度である。前年度から利用していた方が、やや満足度が高めであった。

不満の理由を自由記述で回答してもらったところ、吹雪予測情報の精度が低い、提供エリアを細分化して欲しいと回答された方が多かった。その一方、メール配信の遅れを指摘する回答はほとんど無かった。なお、平成26年度の実験期間中のメール配信の遅延は、最大で5分であり、前年度の最大100分に比べ大幅に短縮が図られた。

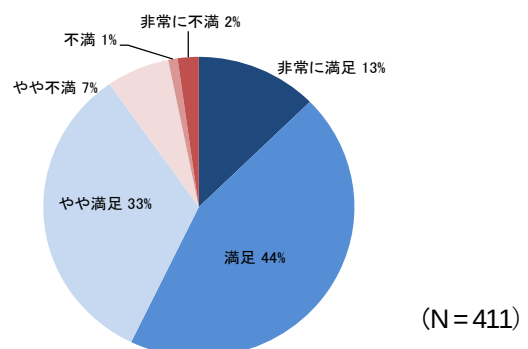


図-12 メール配信サービスの満足度

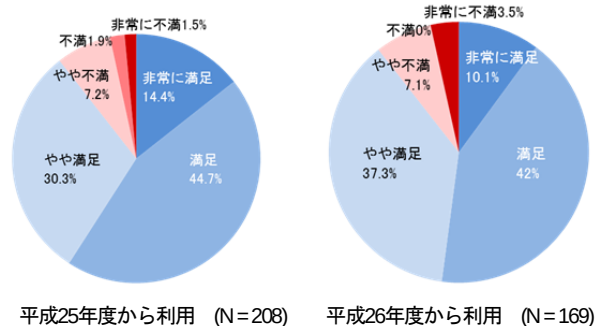


図-13 回答者の利用開始年度別の満足度

#### c) 情報取得後の活用状況

図-14は、メールを受け取った後どのように活用したか尋ねた結果である。46%(194名)が吹雪の視界情報を、17%(70名)が気象情報等を確認する等、メール受信をきっかけとして積極的に情報収集を行っていることが判明した。両者を合わせると63%(264名)であり、積極的に情報収集を行っている方が多い。この値は、前年度の59%からわずかに増加した。

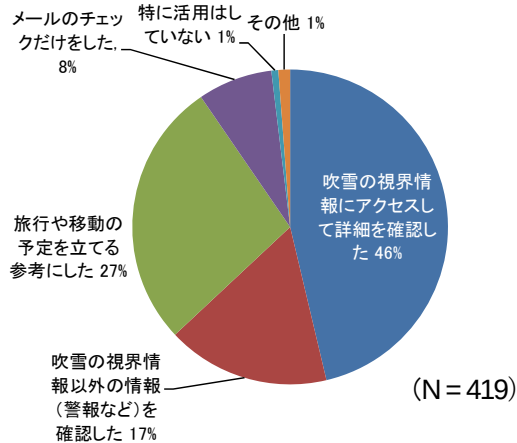


図-14 メールを受け取った後の活用状況

#### 4. 結論

吹雪時における交通行動の判断を支援するため、吹雪時の視程予測に関する情報提供実験を行った。その結果、以下の効果が確認できた。

- (1) インターネットサイト”吹雪の視界情報”のアクセス数は、天候悪化時に増加していることが判明した。このことから、利用者は”吹雪の視界情報”を利用して行動判断に活用されていることが考えられる。
- (2) ”吹雪の視界情報”の利用者にアンケートを実施した結果、このサイトを利用して交通行動を変更する実態が明らかになった。その内訳は、出発時刻を変える、出発を取りやめる等に加え、ルートを変更したという回答が多いことが確認できた。
- (3) メール配信サービスの利用者にアンケート実施した結果、視界不良のメールを受信した後、積極的に情報収集を行っていることが確認された。

一方、提供された吹雪視界の精度はまだ不十分であり、今後精度向上に関する研究に取り組む予定である。また、利用目的別の視界情報取得後の交通行動の変更や、メールを受け取った後の活用状況について、詳細な検討を行う予定である。加えて、道路管理者や道路利用者の安全な行動を積極的に促す情報内容や表現、提供手法についても検討を加えることで、さらに効果的な情報提供を目指すこととしたい。

**謝辞：**本研究の実施に関して、吹雪視界情報サイトの周知や調査に協力していただいた各位に謝意を示す。

#### 参考文献

- 1) 原田裕介・國分徹哉・武知洋太・松澤勝：吹雪時の冬期道路環境が利用者のルート選定に与える影響について、日本雪工学会論文集，31，59-67，2015。
- 2) 国土交通省北海道開発局：北海道地区道路情報，[info-road.hdb.hkd.mlit.go.jp/RoadInfo/index.htm](http://info-road.hdb.hkd.mlit.go.jp/RoadInfo/index.htm)；2015年7月30日閲覧。
- 3) 国土交通省道路局：交通規制・道路気象，[www.mlit.go.jp/road/roadinfo/](http://www.mlit.go.jp/road/roadinfo/)；2015年7月30日閲覧。
- 4) Federal Highway Administration：Best Practices for Road Weather Management，[www.ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop12046/fhwahop12046.pdf](http://www.ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop12046/fhwahop12046.pdf)；2015年7月30日閲覧。
- 5) 松澤勝，國分徹哉，原田裕介，武知洋太，金子学：吹雪の視界情報提供による行動判断支援，第50回土木計画学研究発表会・講演集，269，2014。
- 6) 松澤勝・竹内政夫：気象条件から視程を推定する手法に関する研究，雪氷，64，77-85，2002。
- 7) 大宮哲，武知洋太，國分徹哉，原田裕介，松澤勝：複数の気象要素を加味した地吹雪発生条件の分析，2015年度雪氷研究大会講演予稿集，2015。（投稿中）

(2015年7月31日受付)